

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-169544

(43)Date of publication of application : 03.09.1985

---

(51)Int.Cl. C22C 38/04  
C21D 6/00  
C22C 38/54  
C22C 38/58  
C22C 38/60  
F16C 33/12  
F16H 53/00  
F16H 55/06

---

(21)Application number : 59-024316

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 14.02.1984

(72)Inventor : ISOGAWA KENJI  
TANAKA RYOJI

---

(54) MACHINE STRUCTURAL PARTS OF HIGH STRENGTH AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the fatigue strength of machine structural parts of high strength by subjecting a steel consisting of specified weight percentages of C, Si, Mn, P, etc. and the balance Fe with impurities to induction hardening.

CONSTITUTION: A steel consisting of, by weight, 0.30W0.80% C, 0.40W2.0% Si, 0.40W2.0% Mn,  $\leq 0.010\%$  P,  $\leq 0.030\%$  S,  $\leq 0.030\%$  O and the balance Fe with impurities is subjected to induction hardening. C regulates the surface hardness, Si regulates the machinability, and Mn regulates the deoxidation, hardenability and machinability. Since the P and S contents are reduced, the sensitivity to quenching crack is improved to increase the upper limit of the C content. As a result, the strength as well as the surface hardness is increased, and the fatigue strength is remarkably increased. When specified frequency is applied, the life of a gear is remarkably prolonged. It is a matter of course that the fatigue strength is remarkably increased.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60-169544

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985) 9月3日

C 22 C 38/04  
C 21 D 6/00  
C 22 C 38/54  
38/58  
38/60  
F 16 C 33/12  
F 16 H 53/00  
55/06

7147-4K  
7730-4K

8012-3J  
8012-3J  
8012-3J

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 高強度機械構造用部品およびその製造方法

⑯ 特 願 昭59-24316

⑰ 出 願 昭59(1984) 2月14日

⑱ 発 明 者 磯 川 憲 二 愛知県愛知郡日進町大字折戸字東山11番150  
⑲ 発 明 者 田 中 良 治 名古屋市瑞穂区弥富町字円山25番地の3  
⑳ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字緑出66番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 小 塩 豊

明 細 書

1. 発明の名称

高強度機械構造用部品およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%で、C: 0.30~0.80%、  
Si: 0.40~2.0%、Mn: 0.40  
~2.0%、P: 0.010%以下、S:  
0.030%以下、O: 0.0030%以下、残  
部 Fe および不純物からなる鋼に高周波焼入れを  
施したことを特徴とする疲れ強さの著しく優れた  
高強度機械構造用部品。

(2) 鋼が、さらに Ni: 5%以下、Cr: 2%  
以下、Mo: 2%以下、B: 0.01%以下のう  
ちの1種または2種以上を含有する特許請求の範  
囲第(1)項に記載の疲れ強さの著しく優れた高強  
度機械構造用部品。

(3) 鋼が、さらに Al: 0.1%以下、N:  
0.03%以下、Ti: 0.5%以下、V:  
0.5%以下、Nb: 0.5%以下、Ta:  
0.5%以下のうちの1種または2種以上を含有

する特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のい  
ずれかに記載の疲れ強さの著しく優れた高強度機  
械構造用部品。

(4) 鋼が、さらに Ca: 0.01%以下、Te:  
0.5%以下、Pb: 0.5%以下のうちの1  
種または2種以上を含有する特許請求の範囲第  
(1)項、第(2)項または第(3)項のいずれかに記  
載の疲れ強さの著しく優れた高強度機械構造用部  
品。

(5) 重量%で、C: 0.30~0.80%、  
Si: 0.40~2.0%、Mn: 0.40  
~2.0%、P: 0.010%以下、S:  
0.030%以下、O: 0.0030%以下、必  
要に応じて、Ni: 5%以下、Cr: 2%以下、  
Mo: 2%以下、B: 0.01%以下のうちの1  
種または2種以上、Al: 0.1%以下、N:  
0.03%以下、Ti: 0.5%以下、V:  
0.5%以下、Nb: 0.5%以下、Ta:  
0.5%以下のうちの1種または2種以上、Ca:  
0.01%以下、Te: 0.5%以下、Pb:

0.5%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物からなる鋼を基材として成形した歯車に対し、式

$$\log f = \frac{A}{m}$$

〔式中、fは周波数(KHz)、mは歯車のモジュール、Aは比例定数〕において $A=2\sim10$ の範囲となる周波数の高周波を用いて焼入れを施すことを特徴とする疲れ強さの著しく優れた歯車からなる高強度機械構造用部品。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、疲れ強さの著しく優れた高強度機械構造用部品、例えば、歯車、軸、軸受、カム等の機械構造用部品に関し、また、とくに歯車の製造に適する高強度機械構造用部品の製造方法に関するものである。

(従来技術)

一般に、機械構造用部品は高い疲れ強さを要求されるので、材料の選択に配慮するだけでなく、

かし、その焼入れ効果をより高く得ることによってとくに疲れ強さの著しく優れた高強度機械構造用部品を得ることを目的として研究を重ねた結果本発明に至った。

(発明の構成)

この発明による疲れ強さの著しく優れた高強度機械構造用部品は、重量%で、C: 0.30~0.80%、Si: 0.40~2.0%、Mn: 0.40~2.0%、P: 0.010%以下、S: 0.030%以下、O: 0.0030%以下、必要に応じて、Ni: 5%以下、Cr: 2%以下、Mo: 2%以下、B: 0.01%以下のうちの1種または2種以上、Al: 0.1%以下、N: 0.03%以下、Ti: 0.5%以下、V: 0.5%以下、Nb: 0.5%以下、Ta: 0.5%以下のうちの1種または2種以上、Ca: 0.01%以下、Te: 0.5%以下、Pb: 0.5%以下のうちの1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物からなることを特徴としている。

とくに表面に強い応力が加わるような用途に向けるものにあつては、表面硬化処理を行うことが多い。このような目的で実施する表面硬化処理法の代表的なものは、浸炭、窒化および高周波焼入れである。

よく知られているように、浸炭焼入れは高度の表面硬化ができるが、長時間の加熱を要し、多くのエネルギーを消費するうえに、処理に伴う変形が大きいという難点がある。一方、高周波焼入れは、短時間の処理で実施できるので省エネルギーの観点から好ましく、変形が小さいため仕上げ加工が簡単ですむといった利点はあるが、表面硬化の度合は浸炭焼入れに及ばないという難点がある。

そのため、高い表面強度を必要とする用途、たとえば自動車の変速機用歯車のような機械構造用部品については、高周波焼入れはほとんど行われていなかった。

(発明の目的)

本発明者は、上記した高周波焼入れの利点を生

次に、この発明による高強度機械構造用部品の成分範囲(重量%)の限定理由について説明する。

C: 0.30~0.80%

Cは機械構造用鋼に通常採用されている範囲であり、下限は高周波焼入れにより所定の表面硬さを得るために最低限必要な量であり、また上限はこれを超えると焼割れの危険があることから設けた。この場合、P、S量を低減しているため焼割れ限界が向上し、C含有量の上限を高めることができるので、高強度および高耐摩耗性の機械構造用部品を焼割れなく得ることができるようになった。

Si: 0.40~2.0%

Siは機械構造用鋼において一般的な範囲である0.15~0.35%を外れた高い値としている。すなわち、Si含有量の下限は高周波焼入れにより高い表面硬化を得る上で必要であり、上限は被削性の低下が許容できる限度である。

Mn: 0.40~2.0%

Mnは機械構造用鋼に代表的な範囲を含めて比較的広い範囲まで含有させることができる。そして、下限値は脱酸および焼入性の確保のために必要であり、上限は前記したSiとともに被削性の低下が許容できる限度で決定した。

P: 0.010%以下

Pはオーステナイト化加熱時に粒界に偏析して粒界を脆化するのでできるだけ低減する必要がある。そして、種々実験した結果、0.010%以下の少量であれば、その悪影響は実質上問題にならないことがわかった。ところで、従来の肌焼処理して用いる鋼において、Pの不純物としての許容限界は通常0.030%であって、実際の材料は約0.020~0.030%のPを含有していた。これに対して、この発明ではPの上限を0.010%としたので、この発明による機械構造用部品の製造にあたっては、鋼素材に対して入念な脱リン精錬を行う必要がある。

S: 0.030%以下

Sは鋼の被削性を高めるので、多少の存在はむ

しろ加工性の点から好ましいが、介在物量を増加させて靱性を低下させるので、0.030%以下とした。

O: 0.0030%以下

Oの存在は、若干のA<sub>2</sub>との共存にもづくA<sub>2</sub>・O<sub>3</sub>の生成に問題がある。すなわち、A<sub>2</sub>・O<sub>3</sub>は機械構造用部品の表層部における疲労破壊の原因となる。そのため、O含有量は0.0030%以下にしなければならず、できれば0.0020%以下にすることがよい。このような低O含有量の規制は、Si含有量に制約があるため、脱酸剤による脱酸には限界があるので、真空脱ガスなどの精錬技術によって低酸素を実現することもよい。

この発明による機械構造用部品は、上記した必須成分に加えて、Ni: 5%以下、Cr: 2%以下、Mo: 2%以下、B: 0.01%以下のうちの1種または2種以上を含有することができ、それによって高周波焼入れの際の焼入性がさらに高まり、強度のより一層の向上がはかれる。

また、結晶粒の微細化をはかることによって、靱性が一層高くなるようにしたい場合には、さらにA<sub>2</sub>: 0.1%以下、N: 0.03%以下、Ti: 0.5%以下、V: 0.5%以下、Nb: 0.5%以下、Ta: 0.5%以下のうちの1種または2種以上を添加することができる。これらの成分のうち、N、Ti、V、Nb、Taには、析出硬化により芯部の強度を増強するはたらきをもたせることもできる。

機械構造用部品の製造に際して機械加工をより一層容易にする必要がある場合には、さらに、Ca: 0.01%以下、Te: 0.5%以下、Pb: 0.5%以下のうちの1種または2種以上を添加元素として添加することもできる。この場合、靱性、とくにその異方性の点からは、被削性を高める主役である硫化物系介在物の形態を記載CaまたはTeの適量添加により制御することが好ましい。

この発明は、高度の表面硬化を要求される各種の機械構造用部品に広く適用することができる。

具体例をあげれば、ベアリング、ユニバーサルジョイントのような転動部品、自動車のステアリングに用いるラックおよびピニオン、自動車のトランスミッションギアやディファレンシャルギア、あるいはトランスミッションのドッグなどがある。

この発明は、上記例示した各種の機械構造用部品に適用されるが、とくに歯車である場合には次のような高周波焼入れを行うことがよい。すなわち、上記した成分からなる鋼を素材として歯車を成形し、この歯車に対して、下式

$$\log f = \frac{A}{m}$$

〔式中、fは周波数(KHz)、mは歯車のモジュール、Aは比例定数〕においてA=2~10の範囲となる周波数の高周波を用いて焼入れを施すのがよい。

ところで、歯車の疲れ強さは、歯元における曲げ疲れ強さと、歯面における面疲れ強さとが問題であって、前者は歯の折損の可能性を左右し、後

者は摩耗による寿命を決定する。これらのうち、歯元における曲げ疲れ強さを高めるためには、歯元の隅肉部での表面硬化後の残留応力が、引張りではなく圧縮であることが望ましい。そこで、上記した比例定数  $A = 2 \sim 10$  の範囲は、こうした望ましい表面硬化を起させる条件として定めたものである。また、従来にない高い  $S$  i 含有量は、高周波焼入れ後の歯面の疲れ強さを向上させる。そして、この発明では、これらの効果を重ねた結果、高い疲れ強さを要求される歯車の製造において高周波焼入れの採用が可能となったものである。

#### (実施例)

第1表に示す化学成分の鋼を溶製したのち、各鋼を素材として第2表に示す諸元の歯車を切削により成形した。

ついで、各歯車に対し第3表に示す条件で高周波焼入れを行って、表面を硬化させた。

次に、高周波焼入れ後の歯車において焼割れ発生の有無を調べたところ、同じく第1表に示す結

果となった。また、第4表に示す試験条件で歯車試験を行って疲れ限度を測定したところ、同じく第1表に示す結果が得られた。



第 1 表

区 分	No.	化学成分 (重量%)							A 値	試験結果	
		C	Si	Mn	P	S	O	その他		焼割れの有無	疲れ限度 ( $\text{kgf/mm}^2$ )
本 発 明 例	1	0.55	1.01	0.84	0.007	0.015	0.0015		5	無	81
	2	0.72	1.03	0.86	0.005	0.020	0.0019		2.5	無	80
	3	0.53	1.00	0.83	0.006	0.022	0.0010	Ni:1.48	5	無	85
	4	0.52	1.08	0.85	0.009	0.013	0.0023	Mo:0.41	5	無	86
	5	0.56	0.99	0.86	0.007	0.017	0.0007	Al:0.04 N:0.02 Nb:0.02	5	無	84
	6	0.54	1.01	0.84	0.009	0.023	0.0010	Ca:0.002 Te:0.002	5	無	80
比 較 例	1 1	0.55	1.02	0.88	0.018	0.016	0.0014		5	無	75
	1 2	0.72	1.03	0.91	0.015	0.043	0.0009		2.5	有	—
	1 3	0.54	0.99	1.01	0.008	0.022	0.0045		5	有	—
	1 4	0.56	0.87	0.77	0.001	0.037	0.0015		5	無	89
									5	無	76
									2.5	無	81

第 2 表

種 類	平 歯 車
モジュール	2 . 5
変位係数	+ 0 . 2 5



第 3 表

方式	定数焼入れ
コイル	95φ×152
周波数	100Hz (A=5) 10 Hz (A=2.5)
加熱時間	5 sec
陽極電圧	8 Kv
陽極電流	5.5 A
格子電流	1.5 A
待ち時間	2 sec
冷却	水溶性焼入剤噴射
焼もどし	160℃×90min 加熱後水冷

第 4 表

方式	動力歯車式
潤滑油	出光ギヤオイル HE-90S (40℃)
寿命判定	歯折損または歯面損傷
回転数	5150rpm

表に示す結果から明らかなように、本発明例 No. 1 と比較例 No. 11 とでは、疲れ限度に大きな差を生じており、P 含有量を減少させたことによる効果が表われている。また、本発明例 No. 1 と比較例 No. 13 とにおいても疲れ限度にかなりの差を生じており、O 含有量を減少させたことによる効果が明瞭に表われている。さらに、本発明例 No. 1 と比較例 No. 14 とにおいても疲れ限度

にかなり大きな差を生じており、P、O 含有量を低減させるだけでなく、S 含有量を同時に低減させたことによる著しい効果が明瞭に表われている。

また、本発明例 No. 1 と比較例 No. 11 とにおいて、比例定数  $A = 2.5$  とした場合には、本発明例では焼割れを生じなかったのに対して、比較例では焼割れを生じており、本発明例において P 含有量を低減させたことによる焼割れ発生防止の効果が明瞭に表われている。

さらに、本発明例 No. 2 と比較例 No. 12 とにおいて、比例定数  $A = 5$  としたときに本発明例では焼割れを生じなかったのに対して、比較例では焼割れを生じており、本発明例において P、S 含有量を低減させた効果が明瞭に表われている。

さらにまた、本発明例において、Ni を添加した No. 3 および Mo を添加した No. 4 では歯車の疲れ限度をより一層高めており、A2、N、Nb を添加した No. 5 では焼割れを生じさせることなくかつ良好な疲れ限度が得られると共に、靱性を

高めることが可能であった。さらに、Ca、Teを添加したNo. 6では焼割れおよび疲れ限度に悪影響を及ぼすことなく被削性を高めることが可能であった。

(発明の効果)

以上説明してきたように、この発明による高強度機械構造用部品は、重量%で、C: 0.30~0.80%、Si: 0.40~2.0%、Mn: 0.40~2.0%、P: 0.010%以下、S: 0.030%以下、O: 0.0030%以下、必要に応じて、Ni: 5%以下、Cr: 2%以下、Mo: 2%以下、B: 0.01%以下のうちの1種または2種以上、Al: 0.1%以下、N: 0.03%以下、Ti: 0.5%以下、V: 0.5%以下、Nb: 0.5%以下、Ta: 0.5%以下のうちの1種または2種以上、Ca: 0.01%以下、Te: 0.5%以下、Pb: 0.5%以下のうちの1種または2種以上を含み、炭素Feおよび不純物からなる鋼に高周波焼入れを施したものであるから、高強度であってと

くに疲れ強さの著しく優れた機械構造用部品、例えば、各種歯車、軸、軸受、ジョイント等の自動車、産業用機械、農業用機械等々に使用される部品として好適であり、機械構造用部品が歯車である場合には、上記成分からなる鋼を炭材として歯車を形成し、この歯車に対して次式

$$\log f = \frac{A}{m}$$

[式中、fは周波数(KHz)、mは歯車のモジュール、Aは比例定数]においてA=2~10の範囲となる周波数の高周波を用いて焼入れを施すことによって、疲れ限度の著しく大きな高強度歯車を得ることができるという著大なる効果を有している。

特許出願人 大同特殊鋼株式会社

代理人 弁理士 小 堀 豊

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**